

DESEMBER 2020
VANNOMRÅDE GLOMMA SØR

BEHOVSPRØVD SLAMTØMMING



DESEMBER 2020
VANNOMRÅDE GLOMMA SØR

BEHOVSPRØVD SLAMTØMMING

PROJECT NO.

A098927

DOCUMENT NO.

VERSION

V01

DATE OF ISSUE

16.12.2020

DESCRIPTION

Rapport behovsprøvd
slamtømming

PREPARED

Arild Eikum
Anders S. Eikum
Erik Johannessen

CHECKED

Erik Johannessen
Arild Eikum

APPROVED

Erik Johannessen

INNHOOLD

1	Innledning	4
2	Organisering av prosjektet	6
3	Praktisk måling av slamnivå i anlegg	7
4	Resultat fra feltarbeid og systemprøving	9
4.1	Beregning av fyllingsgrad	9
4.2	Resultater fra feltmålinger Biovac	10
4.3	Resultater fra feltmålinger Odin Miljø	12
4.4	Erfaringer fra systemprøving	13
5	Langtidslagring av slam – konsolidering og utlaking av fosfor	15
5.1	Forsøksoppsett – reduksjon av organisk stoff/konsolidering	15
5.2	Utlaking av fosfor ved langtids lagring av slam	20
6	Diskusjon av resultater og konklusjoner	23
	Referanser	27

1 Innledning

Det har vært en betydelig kompetanseheving innen spredt avløp de siste 10-12 år. Praktisk erfaring gjennom kommunenes tilsynsordning og FoU arbeid innen spredt avløp siden 2006 har gitt kommuner og fagmiljøer et bedre kunnskapsgrunnlag. Resultater i form av færre minirensanlegg med driftsproblemer og dårligere renseresultater synes imidlertid å utebli (se vedlegg 3, Eikum et al, jan 2020). Det ligger utenfor dette prosjektet å gå inn på årsakene til at vi ikke kan dokumentere en bedring. Imidlertid, begrenset slamlagringskapasitet i enkelte anleggstyper pekes på som en medvirkende årsak.

Dagens praksis går ut på å tømme alle anlegg en gang i året. Foreløpige beregninger viser at en større andel av anleggene tømmes for ofte og påfører huseier ekstra kostnader mens en mindre andel tømmes for sjelden og påfører miljøet ekstra belastning for de anlegg fylles med slam. Dette prosjektet har som mål å bidra med kunnskap inn i den diskusjonen som allerede er i gang om behovsprøvd slamtømming. Sintefs løsning gjennom sin TG-ordning hvor alle anlegg med liten slamlagringskapasitet blir pålagt å tømme to eller tre ganger pr. år vil påføre huseiere store kostnader på anlegg med lav belastning (1 og 2 pe.) mens det sannsynligvis løser problemet på høyt belastede anlegg. Problemet med behovsprøvet slamtømming er imidlertid mer sammensatt en først antatt. Vi har tidligere vist at et minirensanleggs funksjon er påvirket av belastningsvariasjoner (Johannessen et al, 2008). En stor hydraulisk belastning på anlegg med et lite volum og følgelig liten slamlagringskapasitet vil medføre periodevis tap av suspendert stoff i utløpet. Hyppig slamtømming (2-3 ganger pr. år) vil kunne redusere et eventuelt slamtap men ikke fjerne problemet fordi slamtapet er knyttet til anleggets hydrauliske kapasitet. Dette er omtalt senere i rapporten.

Det ble i 2015 gitt tilskudd fra Miljødirektoratet til å se på slamproduksjon i minirensanlegg under normal drift (Johannessen et al, 2017). I denne studien var en av hovedkonklusjonene at det burde gjennomføres et pilotprosjekt hvor man studerte nærmere hvilke fordeler og ulemper det er ved å innføre

behovsprøvet slamtømming i stedet for årlig tømming slik man har i de fleste norske kommuner.

Det var enighet om at det var en rekke viktige forutsetninger som må på plass for at behovsprøvet slamtømming skulle kunne innføres i norske kommuner. Vi kan nevne følgende:

- Alle personer som utfører service må være pålagt å måle slamnivå ved hvert service-besøk.
- Kriteriene for når man skal rekvirere tømming må være klarlagt (f.eks. >70% fullt).
- Det bør være enighet om hvordan man måler slamnivå (slamlodd, peilerør etc.).
- Informasjonsflyt må være klarlagt/hvem mottar beskjed fra servicepersonell.
- Format mht. Informasjonsflyt må være avklart.
- Det må settes en tidsfrist for tømming etter at beskjed er gitt til huseier/kommune/tømmefirma.
- Det bør ha konsekvenser for huseier dersom man ikke følger pålegg om tømming (ekstra rengjøringsgebyr).
- Dersom servicepersonell ikke måler slamnivå bør det ha en konsekvens (f.eks. reduksjon i serviceavgift fra huseier).
- Driftsdata/målinger sendes kommunen senest innen en uke etter endt servicebesøk.
- Slamtømmefirmaets avtale med kommunen må være tilpasset behovsprøvd tømming.

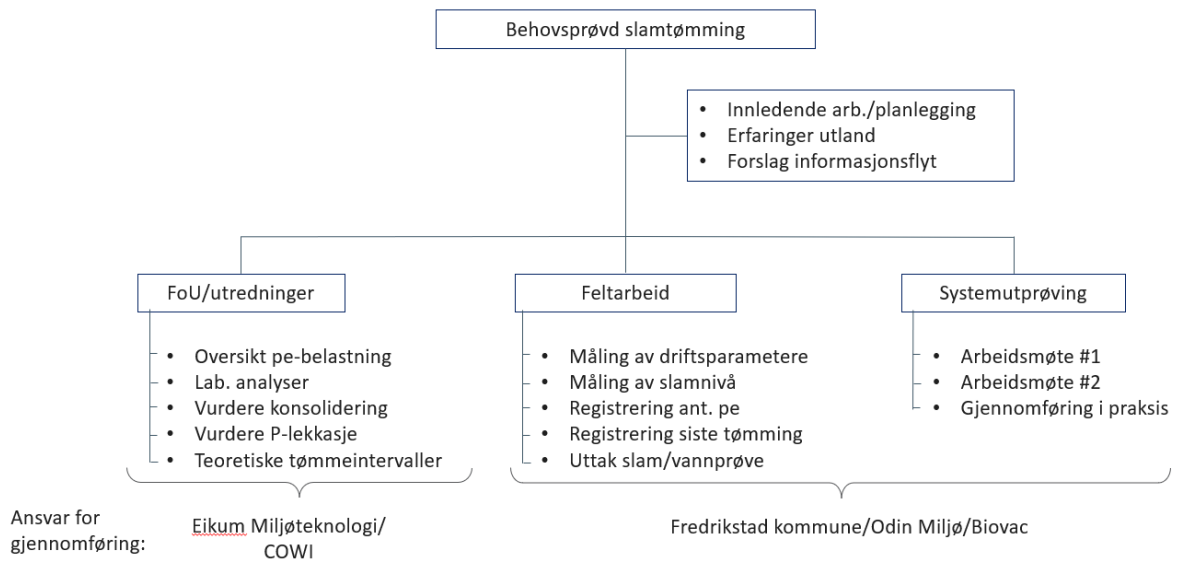
I den innledende planleggingsfasen av prosjektet var en rekke problemsstillinger diskutert. Man var imidlertid enig om å fokusere på de spørsmål som er listet opp nedenfor:

- 1) Vil en lengre lagringstid av slam i et minirensanlegg resultere i betydelig mindre slamvolum.
- 2) Er det en fare for at en lang lagringstid vil kunne resultere i utløsning av fosfor.
- 3) Hvilke praktiske utfordringer vil det være å kunne måle korrekt slamnivå. Vil måling av slamnivå synliggjøre systematiske slamtap.
- 4) Vil behovsprøvet slamtømming utfordre dagens organisering av drift og vedlikehold.
- 5) Hvilken informasjonsflyt er nødvendig for å sikre at anlegg blir tømt til rett tid.

2 Organisering av prosjektet

Gjennomføringen av prosjektet "Behovsprøvet slamtømming" berører mange ulike aktører som i dag er direkte eller indirekte involvert i kommunens tømmepraksis. Fredrikstad kommune, servicepersonell fra leverandørene Odin og Biovac og slamtømmefirmaet Pettersen og Pinderød selvstendig var alle sentrale aktører i gjennomføringen. Vannområdene Nedre Glomma, Morsa, Haldenvassdraget og Øyeren koordinerte de ulike faser av arbeidet og hadde en viktig rolle i kommunikasjon mellom de ulike aktørene.

Figuren under viser de ulike oppgavene i prosjektet hvor det er delt inn i FoU/utredninger, feltarbeid og systemutprøving. Feltarbeid og systemutprøving ble senere slått sammen til samme delprosjekt. Figuren viser også hvem som har hovedansvaret for fremdrift og gjennomføring av oppgavene.



Figur 1. Prosjektorganisasjon

Opprinnelig var det også planlagt at Våler kommune skulle være deltager i prosjektet, men pga. sykdom og at nøkkelpersoner sluttet var det ikke mulig å gjennomføre. I arbeidsmøtene deltok vannområdene og aktuelle kommuner i vannområdene.

3 Praktisk måling av slamnivå i anlegg

Det vises til tidligere rapport (Johannessen et al, jan. 2017) vedrørende ulike måter å måle slamnivå i et minirensesanlegg.

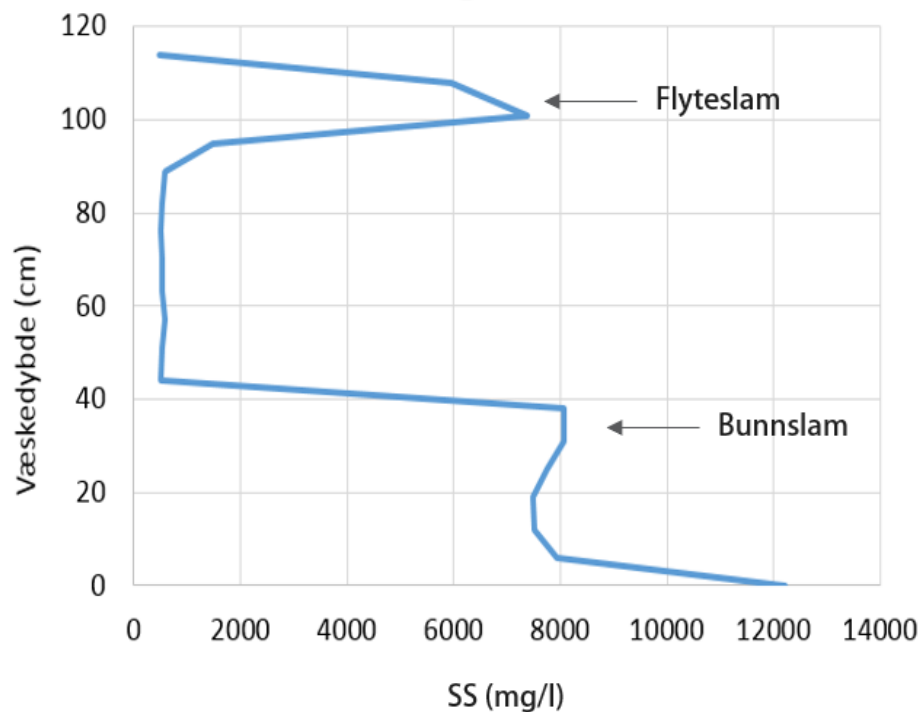
Det foreligger ingen standard prosedyre for dette. Ved større sentrale rensesanlegg benyttes normalt såkalte slamlodd for måling av nivå, mens man i minirensesanlegg har benyttet både slamlodd og målerør. De ulike metodene gir noe forskjellig måleresultater.

Det ble i møte i januar 2018 (se møtoreferat i vedlegg 1) besluttet å benytte en Cerlic Multitracker (Svensk fabrikat) for måling av slamdybde på alle anlegg som var med i prosjektet.

Måleprinsippet er det samme som for et slamlodd, men man måler på bølgelengde 850 nm. Sensoren i instrumentet inneholder også en trykkcelle, slik at dybde registreres etter hvert som sonden senkes. Dette gjør at dette utstyret gir i tillegg til dybde, også en tørrstoffprofil. Data overføres til en logger som viser hvilken SS konsentrasjon man har på en gitt dybde. Dette betyr at utover å definere plassering av slamteppe også gir en SS-profil gjennom vann/slamlagene. Denne måleren er forhåndskalibrert, og typen benyttet i denne studien kan male opp til ca. 1,2% SS (12,000 mgSS/l) (se figurene 2 og 3).



Figur 2. Utstyr for måling av slamdybde og slamprofil (www.cerlic.com).



Figur 3. Slamprofil ved bruk av Cerlic Multitracker måler.

Før feltarbeidet ble satt igang i 2018 ble det gjennomført en innføring i bruken av instrumentet for servicepersonell som var deltok i prosjektet.

Ved gjennomføringen av feltarbeidet bestemte Odin Miljø å benytte slamlodd i stedet for Cerlic måleren. Begrunnelsen for dette var at man hadde lang erfaring med bruk av slamlodd og mente at dette gav et like godt resultat som bruk av Cerlic måleren.

4 Resultat fra feltarbeid og systemprøving

De to leverandørfirmaene Odin Miljø AS og Biovac AS gjennomførte alt feltarbeid i nær dialog med Fredrikstad kommune. Arbeidet pågikk i perioden 2018 og 2019 og bestod av 1 eller 2 runder på hvert anlegg (se vedlegg 2). Det ble registrert følgende ved hvert anlegg:

- 1) Anleggs identitet/f. eks. kunde nr.
- 2) Anleggstype (f. eks. FD5N-PEH, Odin MBK-1)
- 3) Antall personer tilknyttet anlegget.
- 4) Siste tømmedato
- 5) Service/tidspunkt for anleggsbesøk
- 6) Slamnivå (% full i forhold til anleggets slamlagringsvolum)
- 7) Dager fra siste tømning
- 8) Prosent oppfylling pr. dag
- 9) Antall dager til 70% full.

Informasjon i pkt. 3 og 4 innhentes henholdsvis fra Fredrikstad kommune og slamtømmefirmaet Pettersen og Pinderød. Biovac AS gjennomførte to runder som Odin Miljø A/S men med forskjellige anlegg på runde 1 og 2. Vi skal se nærmere på resultatene og erfaringene fra feltarbeid som ble gjennomført av henholdsvis Biovac og Odin Miljø.

4.1 Beregning av fyllingsgrad

Hvor raskt et minirensanlegg fylles opp av slam vil avhenge av en rekke faktorer som tildels er knyttet til selve rensanleggets konstruksjon og prosessvalg samtidig som steds spesifikke forhold som belastning, drift og vedlikehold etc. vil ha betydning. Det er viktig at alle faktorene tas i betraktning når man diskuterer fyllingsgrad og tømmehyppighet for et minirensanlegg. Gjennom den europeiske godkjenningsordningen. NS-EN-12566-3: 2016 (pkt 4.3 og B.2.4) vil et anleggs slamproduksjon og følgelig nødvendig tømmehyppighet ved full belastning bli målt. En lengre tid mellom hver tømning enn det som er angitt i EN-12566-3 testrapport ved full belastning vil kunne bety at anlegget fylles med slam. Årlig tømning slik det praktiseres i de fleste norske kommuner vil resultere i at anlegg med små slamlagringsvolum periodevis taper slam.

I tabellen nedenfor har vi angitt årlig slamproduksjon ved tre ulike belastninger på anleggene (1, 3 og 5 pe tilknyttet) og hvor lang tid det vil ta før anlegget er 70% og 100% fullt. Tabellen er basert på en spesifikk slamproduksjon lik 0,65 m³/pe. år i henhold til Sintefs TG-ordning

Tabell 1. Antall dager før anlegg er 70% og 100% fulle med slam

ANLEGG	ÅRLIG SLAMPRODUKSJON (M ³ /ÅR)			DAGER 100% FULL			DAGER 70% FULL		
	1 pe	3 pe	5 pe	1 pe	3 pe	5 pe	1 pe	3pe	5 pe
BIOVAC FD 5N ¹⁾	0,65	1,95	3,25	730	243	145	511	170	101
ODIN ²⁾	0,65	1,95	3,25	2246	748	449	1572	524	314

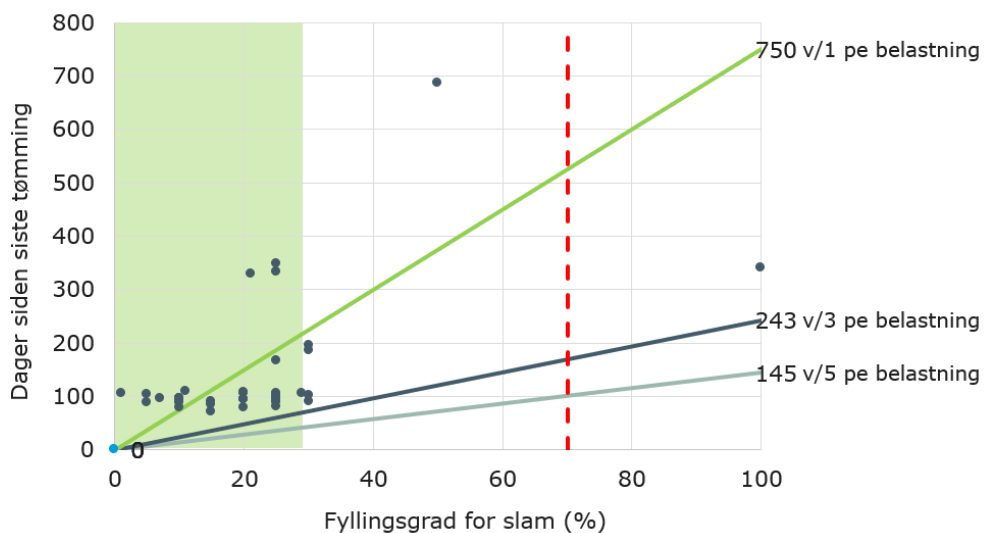
1) Biovac FD 5N, Slamlagringsvolum 1.3 m³

2) Odin, Slamlagringsvolum 4.0 m³

Det fremgår av tabellen at Biovac´s anlegg FD 5N må tømmes minst 3 ganger pr. år ved full belastning mens Odins anlegg må tømmes anslagsvis 1 gang pr. år. Dette er forøvrig i samsvar med Sintef's anbefaling.

4.2 Resultater fra feltmålinger Biovac

Biovac gjennomførte i alt 2 prøvetakingsrunder i Fredrikstad. I den første runden som fant sted i perioden 3 desember 2018 til 3 januar 2019 ble slamnivå målt med Cerlic måler på i alt 27 anlegg. Alle anlegg var av typen Biovac FD 5N med unntak av 6 anlegg som var av typen FD 10N (se tabell i vedlegg). Antall dager fra siste slamtømming til servicebesøk av anleggene varierte fra 71 til 686 dager.

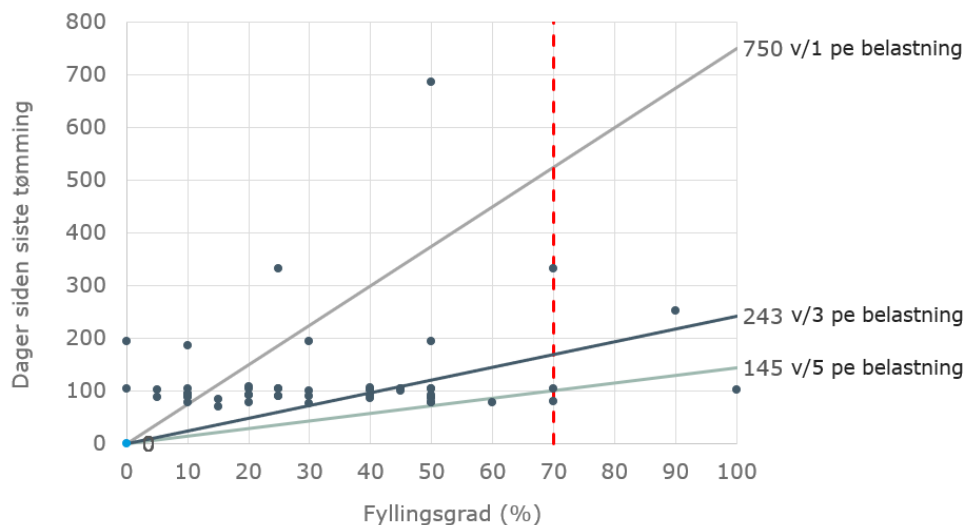


Figur 4. Målinger av slamnivå i runde 1 for Biovac anlegg

Det fremgår av figur 4 at alle anlegg har mindre enn 30% fyllingsgrad med ett unntak; 50% fyllingsgrad etter 686 dager. Dersom man er enig om at fyllingsgrad er en funksjon av antall personer tilknyttet anlegget og antall dager siden siste tømming så skal alle målinger falle innenfor trekanten mellom 1 pe og 5 pe i figur 4. Det fremgår av figuren at mange punkter faller utenfor. Det er nærliggende å tro at dette skyldes slamtap eller unøyaktig slamnivåmåling.

Slamtap er tidligere dokumentert i tilsynsrapporter utført av Driftsassistansen i Viken (tidl. DaØ) for enkelte anleggstyper. Samtidig vet vi at å måle riktig slamnivå byr på store utfordringer.

I runde 2 for Biovac ble det gjennomført service på i alt 54 anlegg. Måling av slamnivå i anleggene ble gjennomført ved servicebesøk slik som planlagt. Resultatene er vist i figur 5.

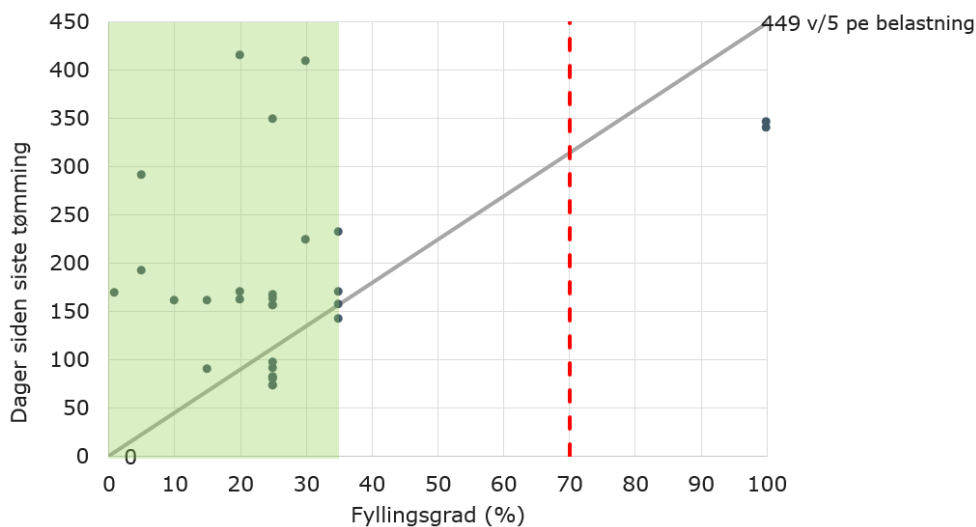


Figur 5. Måling av slamnivå i runde 2 for Biovac

Det fremgår av figur 5 at svært få anlegg hadde behov for tømming. Kun 5 anlegg av i alt 54 hadde en fyllingsgrad på $\geq 70\%$. Sammenlignet med runde 1 (figur 4) viser resultatene i runde 2 at punktene ikke alltid ligger innenfor trekanten mellom 1 pe og 5 pe sannsynligvis av samme årsaker som angitt for figur 4. Dette kommer vi tilbake til i pkt. 6 Diskusjon av resultater.

4.3 Resultater fra feltmålinger Odin Miljø

Resultatene fra feltmålinger utført av Odin Miljø er vist i figur 4. I figuren er målingene fra både runde 1 (23 nov.-18 des.2018) og runde 2 (21 febr. 2019) lagt inn i samme figur. I tabell 1 fremgår det at for et Odin anlegg med en 4.0 m³ slamavskiller foran anlegget vil det ta hele 314 dager å fylle 70% av anleggets slamlagringskapasitet ved full belastning (5 pe tilknyttet). Årlig tømming slik det praktiseres i en rekke kommuner vil bety at ca. 81% av anleggets slamlagringskapasitet vil være utnyttet før tømming.



Figur 6. Måling av slamnivå i runde 1 og 2 for Odin

Resultatene fra feltmålingene utført av Odin Miljø viser at kun to anlegg hadde umiddelbart behov for tømming. Dette kan skyldes at anleggene er overbelastet (>5pe tilknyttet) eller at anlegget ble utelatt fra den forrige kommunale tømmerunden. De øvrige anleggene hadde mellom 10 og 35% fyllingsgrad (grønt område i diagrammet) og følgelig ikke behov for tømming.

4.4 Erfaringer fra systemprøving

I forbindelse med systemutprøvingen var det fokus på å få informasjonsflyten til å fungere i praksis. Det var ingen felles plattform som slamtømmere, servicefirma og kommunen kunne bruke. Det ble derfor avtalt at servicefirma skulle sende Excel filer til kommunen etter gjennomført service, hvor informasjon om slamnivå og antall dager til anlegget burde tømmes (70 % full) var sentral informasjon. Basert på mottatt informasjon fra servicefirma skulle kommunen rekvirere tømming av slamtømmefirma.

Erfaringen fra gjennomføring av denne systemprøvingen kan sies å være blandet. Rapporteringen fra servicefirma til kommunen fungerte ikke helt etter planen, og den første runden endte med at svært mange anlegg gikk fulle og kommunen måtte hasterekvirere tømming av mange anlegg. I runde 2 gikk det noe bedre, men heller ikke optimalt. En oppsummerende betraktning er at så lenge man ikke er pålagt en ordning, men basert på frivillighet som i dette prosjektet, vil andre mer presserende saker bli prioritert. Derfor blir slike prosjekter vanskelig å gjennomføre og måle effekten av i praksis. En felles elektronisk plattform ville også trolig gjort at systemutprøvingen kunne fungert bedre.

En annen erfaring i prosjektet er at det er vanskelig å måle slamnivå i praksis. Slammet er ikke homogent, og godt stratifisert, noe som gjør det vanskelig å bedømme % full med de måle metodene som ble benyttet i dette prosjektet.

5 Langtidslagring av slam – konsolidering og utlaking av fosfor

5.1 Forsøksoppsett – reduksjon av organisk stoff/konsolidering

Det ble i perioden oktober 2018 til 7 januar 2020 gjennomført pilotstudier av langtidslagring av slam ved Svinndal Renseanlegg i Våler kommune. To typer slam ble anvendt i studien; biologisk/kjemisk slam og blanding av primær slam og biologisk kjemisk slam. Slamprøvene ble hentet fra et Biovac anlegg i Råde kommune. I tillegg ble det anvendt slam fra Svinndal Renseanlegg. Dette slammet var blandet primærslam + biologisk/kjemisk slam. Forsøksoppsettet på Svinndal Renseanlegg er vist i figur 6. I alt 6 pleksiglass sylindere ble brukt, innvendig diam. 14,4 cm og total høyde 70 cm. Hver sylinder ble fylt med 8,1l slam til 50 cm. merket (se figur 7)



Figur 7. Fra forsøkene på Svinndal RA



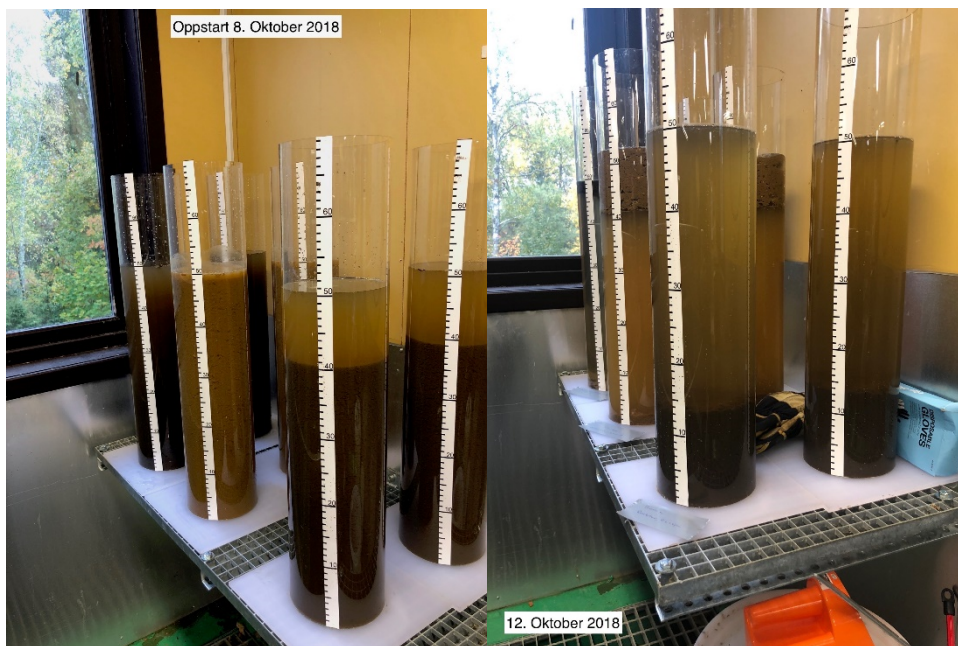
Figur 8. Mye flytslam de første 100 dager i sedimenterings perioden.

Det ble benyttet to sylindre for hver slamtype. Hensikten med dette var å la en sylinder stå urørt gjennom hele forsøksperioden mens den andre sylindere ble benyttet til uttak av prøver. Ortofosfat analyser ble imidlertid tatt ut i begge sylindere for å bestemme om omrøring av slammet hadde innvirkning på utlaking av fosfor. Figurene 8-10 viser sylindrene gjennom hele forsøksperioden. Det er interessant å merke seg at i løpet av de første dagene fikk man en betydelig mengde flytslam, særlig i de biologisk/kjemiske slammet (se figur 8). Dette skyldes denitrifikasjon med påfølgende gassutvikling (N_2 gass) noe som vedvarte lenge (se tabell 2). Dette finner selvsagt sted også i fullskala anlegg noe som ofte gjør det vanskelig for service personell å måle reell slamnivå i et fullskala renseanlegg.

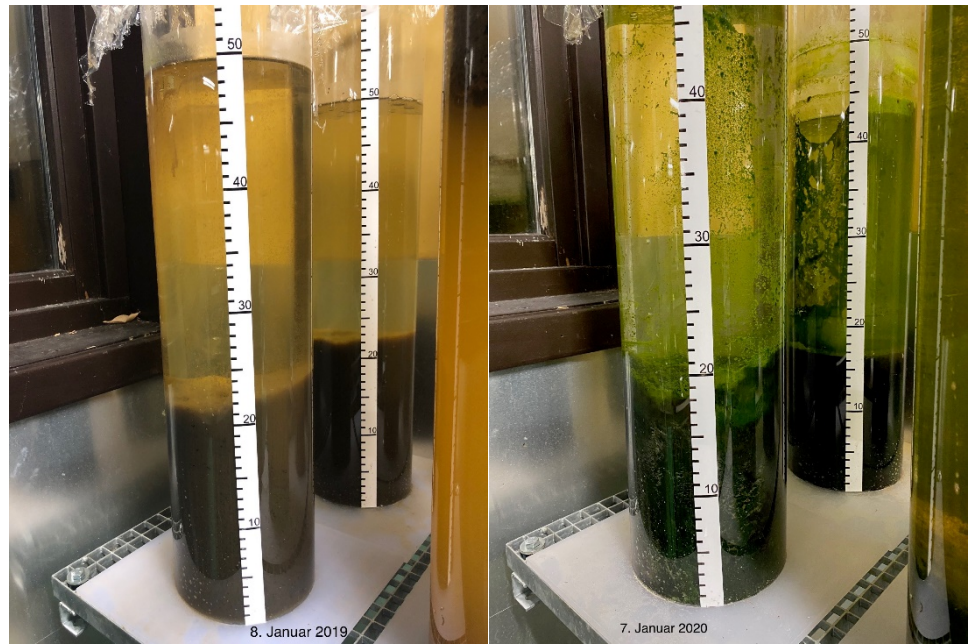
Tabell 2 Målt slamnivå i sylindrene.

DAGER	SVINNDAL PRIM+BIOL	BIOL/KJEM	PRIM + BIOL/KJEM	DATO
0	49	50	40	8 okt. 2018
4	49	0+12 FS	40	12 okt. 2018
7	49	0+12 FS	40	15 okt. 2018
51	22	0+11 FS	18	28 nov. 2018
92		9+7 FS	18	8 jan. 2019

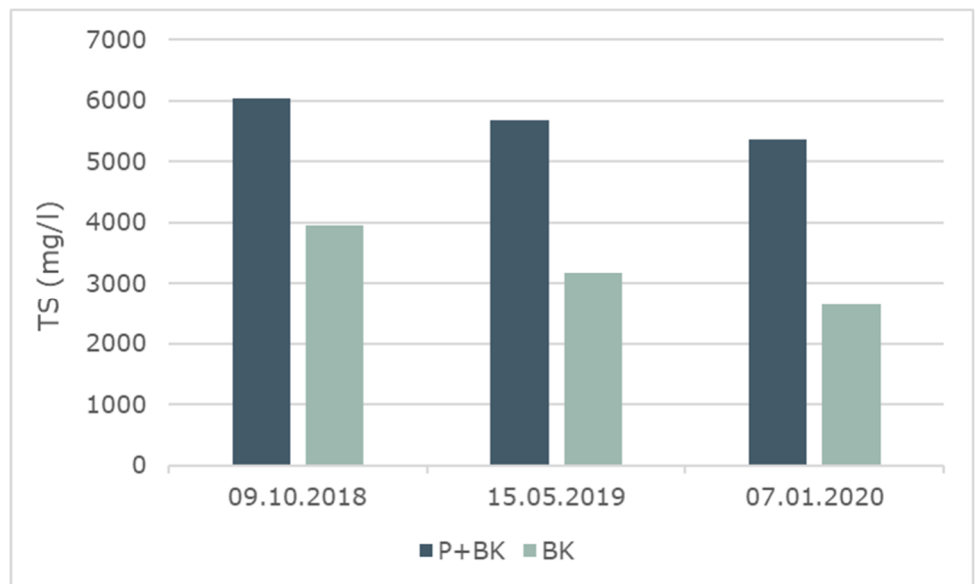
180		11+4 FS	17+4 flytsl.	5 apr. 2019
220	21	11+3 FS	12+2 flytsl.	15 mai 2019
457	19	11+0 FS	11	7 jan. 2020



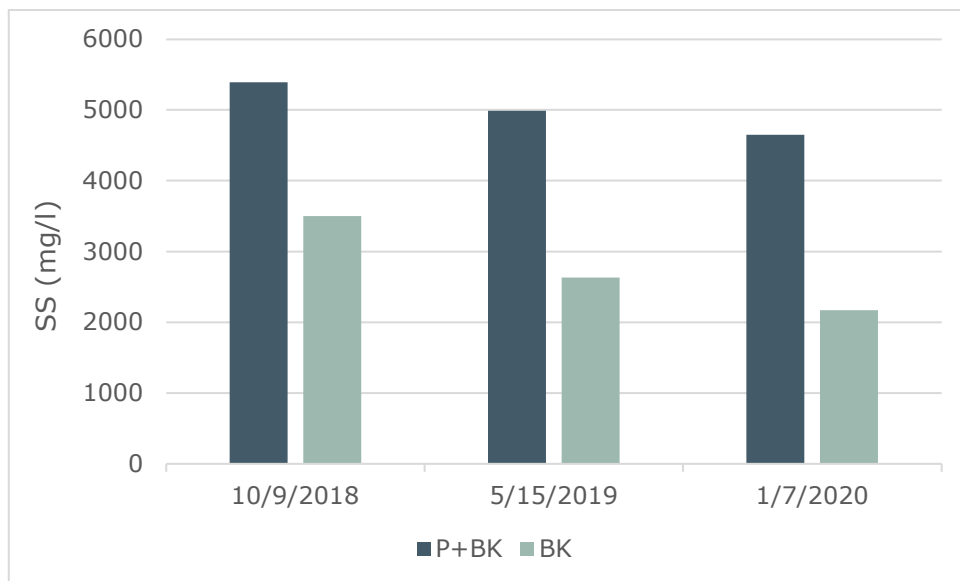
Figur 9. Slamnivå 8 okt. 2018 og 12 okt. 2018



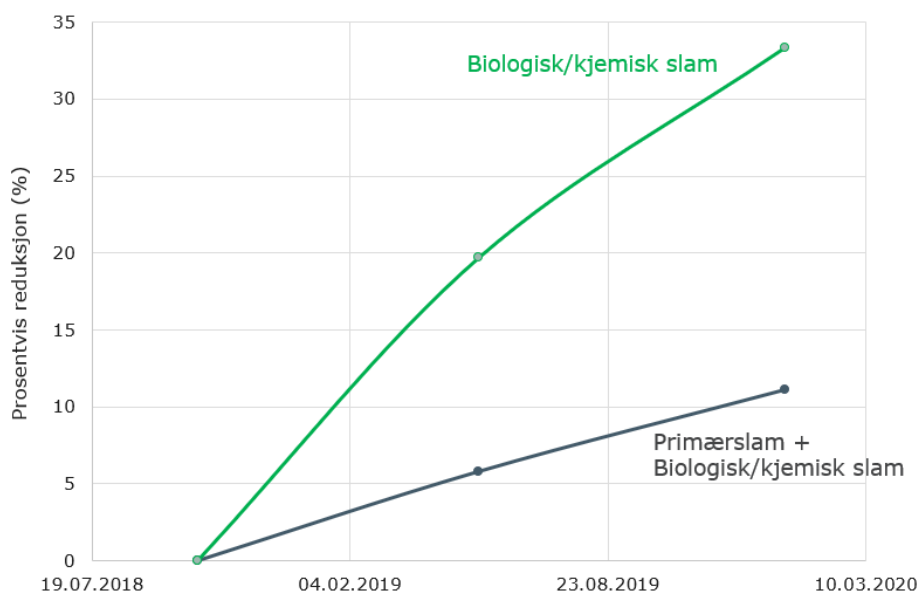
Figur 10. Slamnivå, 8 jan. 2019 og 7 jan.2020



Figur 11. Endring av TS (mg/l) fra 9 okt. 2018 til 7 jan. 2020 (P+BK = Primær + biokjemisk slam, BK = Biokjemisk slam).



Figur 12. Endring av suspendert stoff (SS) fra 9 okt. 2018 til 7 jan. 2020 (P+BK = Primær + biokjemisk slam, BK = Biokjemisk slam).

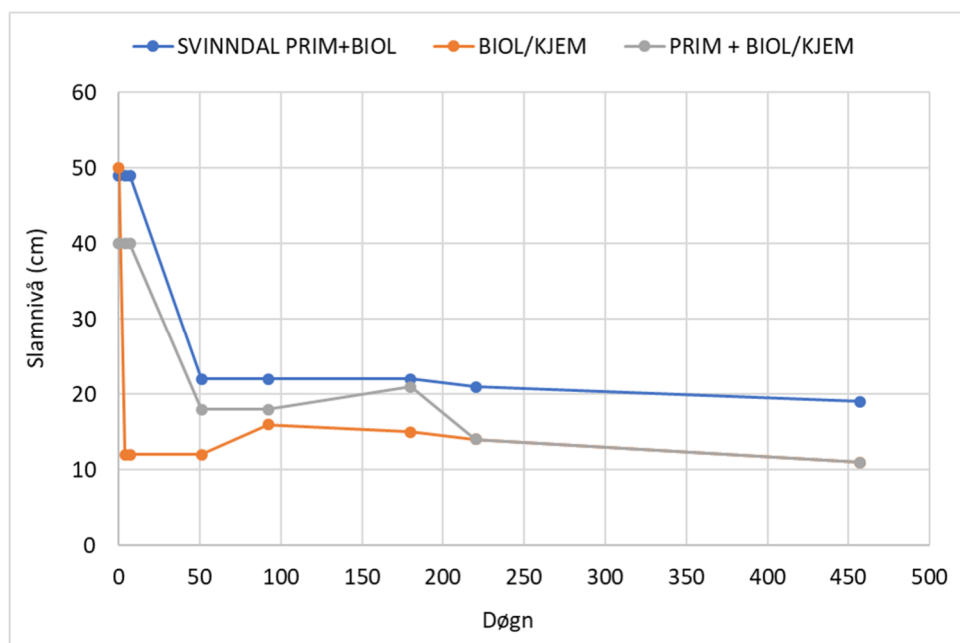


Figur 13. Prosentvis reduksjon av suspendert stoff (SS) fra 9 okt. 2018 til 7 jan. 2020

Figurene 11, 12 og 13 viser reduksjon av totalt tørrstoff og suspendert stoff (SS) gjennom hele forsøksperioden. Den største reduksjon finner sted i biologisk/kjemisk slam, trolig på grunn av fortsatt biologisk nedbrytning under lagring. Fra et praktisk ståsted så er det blandingen primær + biologisk/kjemisk slam som er av størst interesse. Årsaken til det er at i de aller fleste minirensanlegg har man slamretur til slamavskiller (egen tank eller integrert i anlegget). Normalt lagrer man ikke biologisk/kjemisk slam separat. Resultatene antyder at samlet nedbrytning i en periode på ca. 1,5 år er 10 -15 %, mens

nedbrytning av den andelen som kommer fra prosesstrinnene kan ha en nedbrytning i størrelsesorden 30 %.

Ved langtidslagring av slam i slamavskiller var hypotesen at man kunne få en betydelig gevinst i form av en lavere slamproduksjon. Figur 14 viser resultatet fra forsøkene (basert på data fra tabell 2). Figuren viser at reduksjon i slammengde på grunn av konsolidering og biologisk nedbrytning under lagring vil være betydelig de første 50 døgn, for deretter å avta kraftig. Dette skyldes nok at i den første fasen pågikk fortsatt en del komprimering av slammet. Ut i fra volummålinger var reduksjonen etter 50-100 døgn i størrelsesorden 50 – 60 %. Etter 100 døgn er volumreduksjonen mer langsam, men fortsatt ikke helt ubetydelig. F.o.m ca. 100 døgn og ett år frem var konsolideringen på 15-30 % (ut ifra volumet målt i døgn nr. 91).

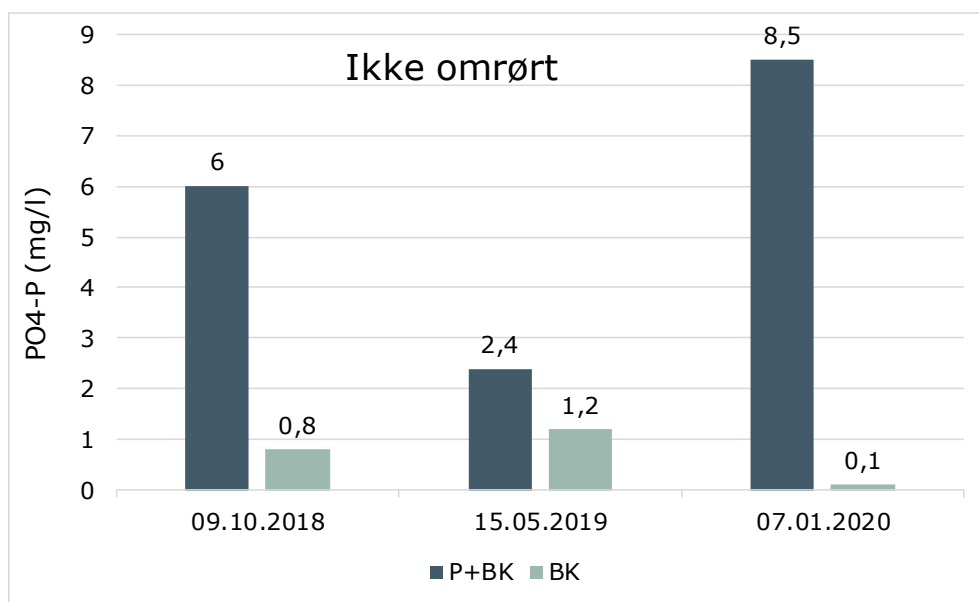


Figur 14. Reduksjon av slamvolum vs. lagringstid

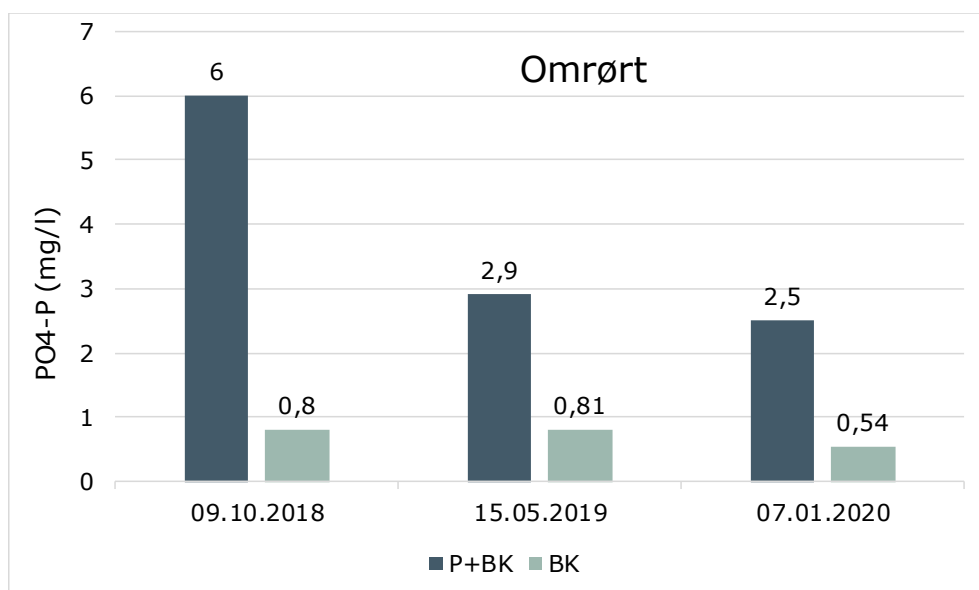
5.2 Utlaking av fosfor ved langtids lagring av slam

Utlaking av fosfor fra slammet til slamvannet under langtidslagring av slam har vært et omdiskutert tema helt siden man innførte kjemisk felling for å fjerne fosfor i avløpsvann. Omfattende studier ble gjennomført på 70 tallet i forbindelse med bygging av mellomstore renseanlegg i norske kommuner (Eikum et. al.) og senest i 2012 i forbindelse med spredt avløp (Johannessen, E.). Ved gjennomføringen av pilotstudien ved Svinndal RA ble også utlaking av

fosfor belyst, primært fordi lagringstiden i forbindelse med behovsprøvet slamtømming ville være lengre enn det man hadde sett på i tidligere studier. Samtidig var man interessert i å finne ut om en kraftig omrøring av slammet i forbindelse med slamtømming vil kunne forårsake en øket utlakning. Resultatene (se figurene 15 og 16) viser at det skjer ingen utlakning av fosfor ved lagring av slam i den perioden forsøkene har pågått. Figurene 15 og 16 viser også at omrøring av slammet ikke hadde noen praktisk innvirkning på slamvannets innhold av løst fosfor.



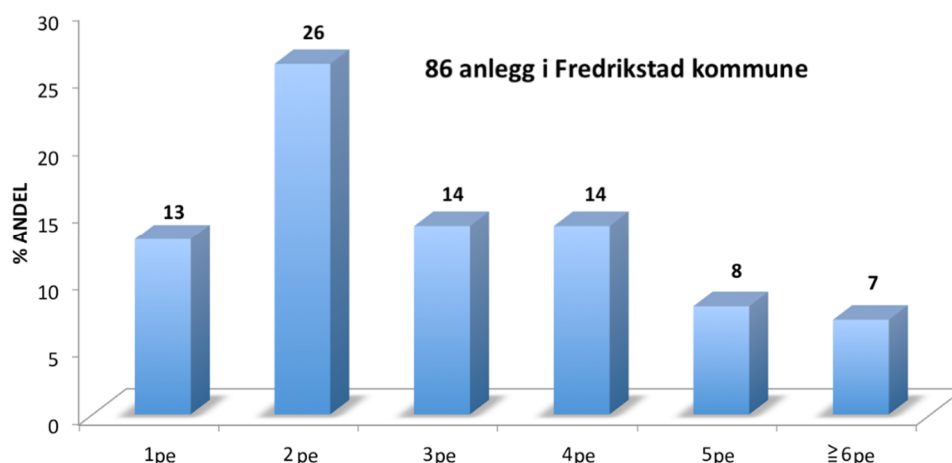
Figur 15. Ortofosfat i slamvannet fra 9 okt. 2018 til 7 jan. 2020 (ikke omrørte prøver – P+BK = Primær + biokjemisk slam, BK = Biokjemisk slam).



Figur 16. Ortofosfat i slamvannet fra 9 okt. 2018 til 7 jan. 2020 (omrørte - prøver – P+BK = Primær + biokjemisk slam, BK = Biokjemisk slam).

6 Diskusjon av resultater og konklusjoner

Det fremgår av målingene av slammengden i anleggene ved servicebesøk av både Biovac og Odin at slammengden man finner, ikke nødvendigvis kan relateres til antall dager etter siste tømning. Vi har tidligere pekt på at det kan være flere årsaker til dette, blant annet lav belastning på anleggene. Det fremgår av figur 17 at hele 39 av i alt 86 anlegg (45%) i Fredrikstad kommune har kun 2 eller mindre personer tilknyttet (4 anlegg hadde 0 personer registrert på bopelen og er ikke med i figuren). Kun 9,3% av anleggene var fullt belastet med 5 pe. En tilsvarende lav belastning av minirenseanlegg finner man i nærmest i alle europeiske land (INSEE 2013) hvor den gjennomsnittlige belastningen på minirenseanlegg er kun 2,4 pe. Kun 6,4% av anleggene har 5 pe tilknyttet anlegget.



Figur 17. Antall personer tilknyttet 86 anlegg i Fredrikstad kommune.

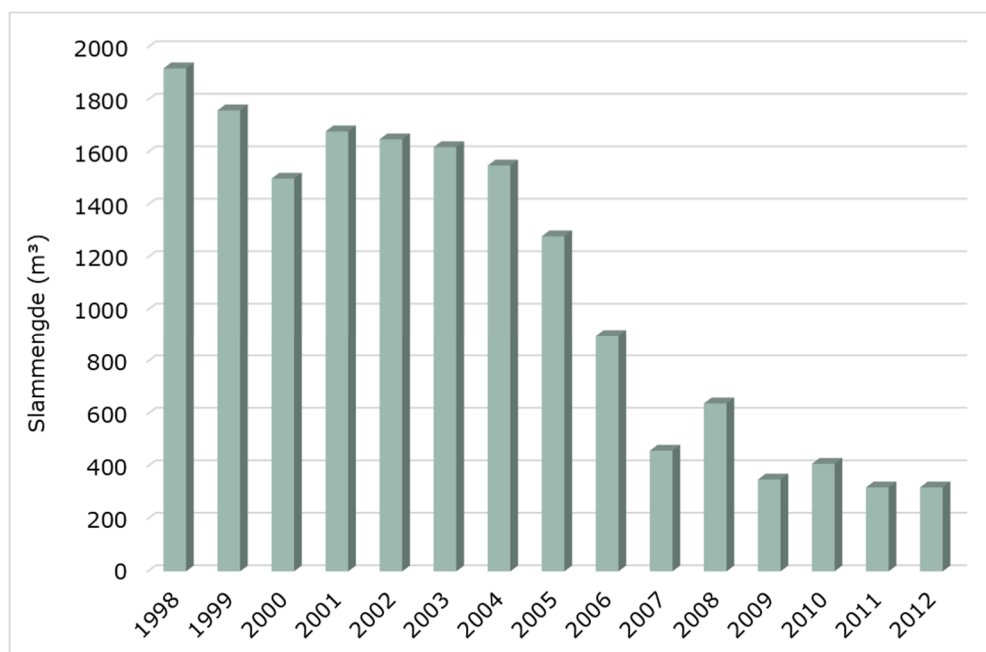
Dette påvirker selvsagt slamproduksjon og nødvendig tømmehyppighet. Lav belastning vil også ha betydning for anleggets prosessmessige funksjon. Dette er mye diskutert i andre land (UAN, 2009).

En annen faktor som påvirker slamproduksjon er periodevis tap av slam i utløpsvannet, blant annet på grunn av slamsvelling og/eller dannelse av "pin flocs". Det vil påvirke den mengden slam som holdes tilbake i anlegget. Anlegg med et lavt totalvolum, som blant annet inngår i denne studien vil også tape slam i perioder av døgnet med høy hydraulisk belastning (se M. Tauteryte, 2018). Resultatet vil bli at anleggene sjelden blir fulle av slam fordi de "tømmer seg selv". Dette indikeres av figurene 4, 5 og 6 som viser fyllingsgrad vs antall dager fra siste tømning, hvor slamnivået i de aller fleste tilfeller er lavere enn de teoretiske kurvene. En faktor som også påvirker et anleggs evne til å lagre slam er den volumreduksjon som finner sted når anlegget er installert hos huseier og ikke i "benk" som under en EN-12566-3 test. I henhold til NS-EN 12566-3: 2016 tillates et anlegg av plast en volumreduksjon på 20% noe som vil ha store konsekvenser for anlegg med små volum. Resultatet er at anleggene er ytterligere sårbare for slamtap ved hydraulisk toppbelastning.

Det har tidligere vært pekt på at den spesifikke slamproduksjon ($\text{m}^3/\text{pe} \cdot \text{år}$) vil reduseres ved økende lagringstid i anlegget (DWA, 2015).

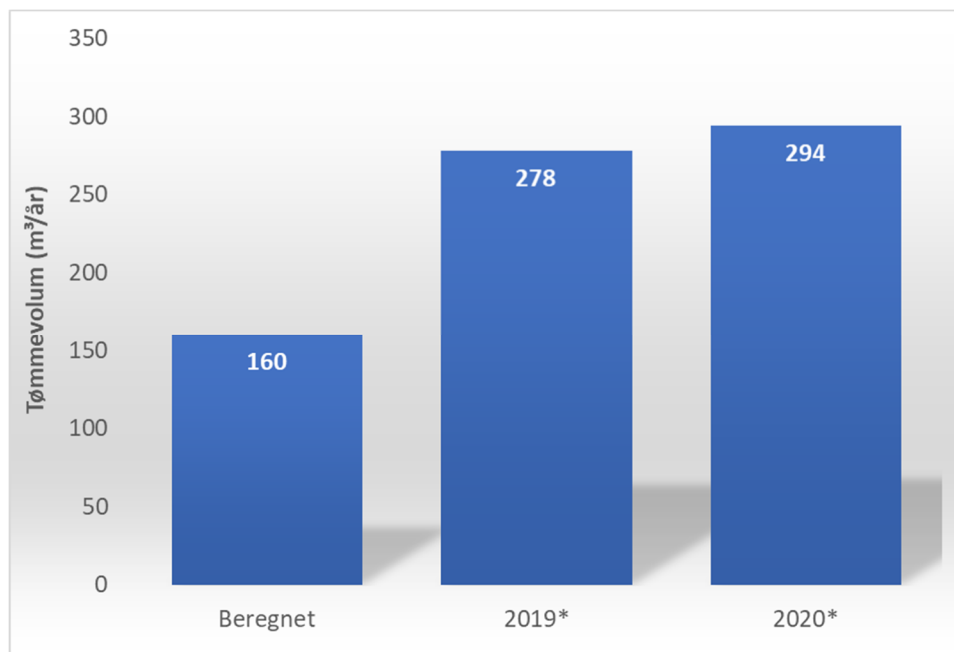
Konsolideringsstudiene ved Svinndal RA viser at det er liten endring av slamvolum etter ca 50-100 dagers lagringstid.

De ulike faktorene diskutert ovenfor tilsier at det burde være riktig å innføre behovsprøvet slamtømming. Huseier vil i mange tilfeller kunne redusere sine kostnader for slamtømming. Kommunen vil også kunne tjene på å innføre tømming av anlegg etter behov. Den totale slammengden vil kunne reduseres betraktelig slik man har erfart fra blant annet i Harsefeld, Tyskland (Samtgemeinde Harsefeld, 2013) hvor den totale slammengden fra 870 anlegg ble redusert fra ca. $1900 \text{ m}^3/\text{år}$ i 1998 til ca. $300 \text{ m}^3/\text{år}$ i 2012 (se figur 18). Årlig tømming slik det praktiseres i de aller fleste norske kommuner tar utgangspunkt i at alle anlegg er fullt belastet (5 pe), noe som er tilfelle i kun 6 til 10% av anleggene.



Figur 18. Årlige slammengder (m^3) fra 870 minirensesanlegg i Harsefeld, Tyskland etter innføring av behovsprøvet slamtømming i 1998 (etter Samtgemeinde Harsefeld, 2013).

Dersom vi ser spesielt på de 86 anleggene i Fredrikstad kommune som inngår i denne studien så var i alt 246 personer tilknyttet anleggene (se figur 17). Ved bruk av spesifikk slamproduksjon lik $0,65 \text{ m}^3/\text{pe} \cdot \text{år}$ så skulle dette utgjøre ca. $160 \text{ m}^3 / \text{år}$ slam fra disse 86 anleggene. Det fremgår imidlertid av figur 19 at det både i 2019 og 2020 ble tømt et større volum fra disse anleggene enn det beregnede slamvolumet lik 160 m^3 pr. år. Det er selvsagt forventet siden dagens praksis går ut på ikke å måle slamnivået i tanken og alle anlegg tømmes etter tømmeintervall i stedet for slamnivåmålinger. Følgelig vil man få en betydelig større slammengde totalt.



Figur 19. Tømmevolum for året 2019 og 2020 i Fredrikstad kommune sammenlignet med beregnet teoretisk tømmevolum (*mengdene tilsvarer tømming av 86 anlegg pr. år).

I praksis betyr dette at det i Norge fraktes mye "vann" til slammottaket i kommunene. Hva dette betyr i unødvendige kostnader for huseiere har vi ikke noe grunnlag for å tallfeste. Det samme gjelder den merbelastningen dette utgjør på det kommunale mottaksanlegget. Det er imidlertid mye som tyder på at dagens praksis med årlig tømming ikke er bærekraftig.

Innføring av behovsprøvet slamtømming er også helt avhengig av at det er et system på plass som formidler informasjon fra den som måler slamnivå/fyllingsgrad til slamtømmefirma i kommunen. Uten at det er på plass vil ikke behovsprøvet slamtømming fungere.

I snitt over de to årene ble det tømt 286 m³, noe som er 126 m³, eller nærmere 80 % mer enn det som skulle vært nødvendig ut i fra teoretisk beregnet volum. Det er et tynt datagrunnlag, noe som tilsier at man skal være forsiktig med å trekke konklusjoner, men i nasjonal målestokk kan følgende regnestykke illustrere effekten av dette: Antatt 20 000 minirensanlegg x 2,5 pe x 0,65 m³/pe = 32 500 m³ pr år totalt teoretisk tømmevolum. Med 80 % "overtømming" gir dette ca. 26 000 m³ slam som transporteres og behandles unødvendig. Dersom man antar at en septikbil i snitt har 8 m³ som transporteres 20 km pr tømming (må regne tur/retur og tom bil på tur og full på retur), samt at 1 m³ slam = 1 tonn slam, gir dette 160 tonnkm pr tur. Videre; 26 000 m³ fordelt på 16 m³ som full bil gir 1625 transporter pr. år eller da 260 000 tonnkm unødvendig transport. Dette tilsvarer om lag 26 tonn CO₂ ekvivalenter i utslipp for kun transporten alene (basert på ca. 100 g CO₂ pr tonnkm for lastebil med nyttelast >11 tonn).

I tillegg vil det være en økonomisk gevinst ved å gå fra årlig tømning til en tømning basert på reell slamproduksjon dersom anlegget på grunn av lav belastning har tilstrekkelig slamlagringskapasitet. Benyttes samme grunnlag som ovenfor, og at det i gjennomsnitt er 2 m³ slam som tømmes pr gang, gir dette: 26000 m³ / 2 m³ = 13000 slamtømminger pr. år. I Fredrikstad kommune er årsgebyret for slamtømming satt til kr 3.741,-. Forutsatt at gebyrene i Fredrikstad er representative for resten av landet blir "unødvendige" slamtømmingskostnader påført befolkningen på nasjonalt nivå: 13000 x 3.741,- = ca. 49 mill NOK.

Funnene i denne studien underbygger påstanden om at behovsprøvd slamtømming vil være fornuftig ut i fra både klimamessige og økonomiske perspektiv. Den praktiske utprøving gir imidlertid noen utfordringer, i første rekke knyttet til rapportering og slammengdemåling, slik at praktisk gjennomføring bør diskuteres nærmere.

Et alternativ til måling av slamnivå kan være å benytte en tilnærming hvor man ser på teoretisk tømmeintervall basert på antall personer bosatt pr anlegg iht. folkeregisteret, og kombinert med visuelle observasjoner av slammengde utført av servicepersonell. Rapportering bør også søkes automatisert på en slik måte at manuell innrapportering, som man ble tvunget til å benytte i dette prosjektet, unngås og at IT-systemene kan kommunisere med hverandre "live".

Referanser

1. Eikum et al. (2020) "Teori og praktisk bruk av surrogatparametere innen spredt avløp"
2. Johannessen et al. (2008) "Funksjonskontroll av rensesanlegg i spredt bebyggelse i Morsavassdraget"
3. DWA (2015) "Betriebs und Wartung von Klein Kläranlagen". DWA-Landesverband Sachsen/Thuringen
4. Vannområdene i Østfold (2017) "Videreføring av FoU-aktivitet knyttet til desentrale avløpsløsninger, 2017-2020"
5. Johannessen et al. (2017) "Slamproduksjon i minirensesanlegg" COWI, Januar 2017
6. Norsk Standard NS-EN 12566-3: 2016 Små avløpsrensanlegg for opptil 50 pe. Del 3
7. Eikum et al. (1975) "Phosphorous release during storage of aerobically digested sludge", JWPCF47
8. Johannessen, E. (2012) "Optimizing phosphorous removal in on-site wastewater treatment facilities", Ph. D avhandling, NMBU, Ås
9. INSEE (2013) Taille des minages dans l'UE en 2013 T16F034T6
10. UAN (2009) "Hinweise zum Umgang mit 1 EW-kleinkläranlagen", Hannover, August 2009
11. M. Tauteryte (2018) "Tilsyn av minirensesanlegg i Aurskog-Høland kommune" 2018
12. NS-EN 12566-3: 2016 "Små avløpsanlegg for opptil 50 pe, del 3.
13. Samtgemeinde Harsefeld (2013) "Erfahrungsaustausch Fäkalschlammabfuhr"